Beiträge zur Geologie und Agronomie des Schwabachthales bei Erlangen

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Erlangen

von

Hans Benner
aus Merseburg a. d. S.

(Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juni 1896).

Lehesten.
Buchdruckerei von Emil Neumeister.
1898.

Meiner lieben Mutter

in Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Die geologischen Verhältnisse von Erlangen und dessen Umgebung sind in den letzten Jahren öfters Gegenstand mehr oder weniger eingehender Untersuchungen gewesen, so von Seiten der Herren Baldus,* Lissack,** F. W. Pfaff,*** Blanckenhorn,**** Bettinghaus† und Geigenberger.†† Letzterer beschäftigte sich speziell mit der Geologie, Agronomie und Hydrographie der Stadt Erlangen und deren nächsten Umgebung und bearbeitete eine geognostisch-agronomische Karte des Ober- und Untergrundes der unmittelbaren Umgebung von Erlangen. Von den Herren Prof. Dr. Öbbeke und Privatdozent Dr. Blanckenhorn wurde mir im Anfange des Jahres 1895 die Aufgabe gestellt, die Geigenberger'sche Arbeit nach Osten zu weiterzuführen und dessen gewonnene Resultate auf dem mir zugewiesenen Gebiete zu ergänzen und eventuell zu bestätigen. Bearbeitete Geigenberger speziell Erlangens Untergrunds- und Grundwasserverhältnisse und zog er nur die nächste Umgebung der Stadt in den Kreis seiner Betrachtungen und Untersuchungen, so war es meine Aufgabe,

---

* A. Baldus. Geologische Beschreibung des Hetzlas-Gebirges. Inaug.-Diss. Erlg. 1893.

** A. Lissack. Die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Kalchreuth und Eschenau. Inaug.-Diss.

*** F. W. Pfaff. Ueber die Gliederung des Diluviums der Umgegend von Erlangen. Briefliche Mitth. im neuen Jahrbuch für Mineralogie 1895, Band I.

**** Dr. M. Blanckenhorn. Das Diluvium der Umgegend von Erlangen. Sitzungsberichte der physikal. medic. Societät zu Erlangen.

† A. Bettinghaus. Der Rathsberg von Erlangen u. seine Ausläufer. Inaug.-Diss. Erlangen 1895.

†† A. Geigenberger. Geologie, Agronomie und Hydrographie von Erlangen und dessen nächster Umgebung. Inaug.-Diss. Erlg.

auf eine grössere Strecke hin eine genauere Kartirung und Begrenzung der geologischen Horizonte, als sie von v. Gümbel auf der geologischen Spezialkarte von Blatt Bamberg im Massstabe 1: 100 000 angegeben ist, auszuführen und über die verschiedene Beschaffenheit, welche die durch Verwitterung der Gesteine und Sande entstehenden Ackerböden des Kartirungsgebietes zeigen, wie auch über den verschiedenen landwirthschaftlichen Werth derselben Untersuchungen anzustellen. Ich bearbeitete ein ungefähr zwanzig Quadratkilometer umfassendes Gebiet, welches sich bei einer Breite von fast drei Kilometern ca. sieben Kilometer nach Osten an die von Geigenberger durchforschte Region anschliesst. Die Bodenproben wurden von mir selbst gesammelt und Stellen entnommen, an welchen die reine und unvermischte Beschaffenheit des anstehenden Bodens durch geologische Gründe und topographische Lage gewährleistet wurde, sodass die Bezeichnung der Proben wohl zweifellos die richtige ist. Die chemisch-agronomischen Untersuchungen der Böden wurden im Laboratorium des mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Erlangen unter Aufsicht des Herrn Prof. Dr. Lenk ausgeführt.

Geologischer Theil.

I. Der Keuper.

Der Horizont des mittleren Keupers ist in der Gegend von Erlangen auf grosse Strecken hin verbreitet und die föhrenbewaldeten, plateauartigen Höhenzüge und deren Ausläufer bauen sich in ihrer unteren Hälfte aus dem sogenannten Burgsandstein des mittleren Keupers auf. v. Gümbel und Thürach gliedern die Region des Burgsandsteins im nördlichen Franken in drei Unterabtheilungen: den oberen Burgsandstein, den durch eine dolomitische Arkose und Kalkbänke charakterisirten mittleren Burgsandstein und den unteren Burgsandstein. In der hiesigen Gegend ist indessen eine solche Gliederung nicht durchführbar, v. Gümbel hat deshalb die ganze Region des Burgsandsteins auf Blatt Bamberg der geologischen Karte als einheitliches Ganzes aufgeführt. Trotz des Vorhandenseins einiger vorzüglicher Auf-

schlüsse wie z. B. in den bis zu 20 m tiefen Steinbrüchen bei Uttenreuth und der Spardorfer Haltestelle war es mir nicht möglich, den wichtigen Leithorizont für die mittlere Stufe, die dolomitische Arkose, aufzufinden. Unter diesen Umständen war ich genöthigt, von einer Unterscheidung der einzelnen Horizonte, wie sie von v. Gümbel u. a. beschrieben und besonders im nördlichen Bayern in typischer Weise entwickelt ist, abzustehen und habe deshalb die ganze Abtheilung des Burgsandsteins zusammengezogen. Immerhin lassen sich aber in der Erlanger Gegend drei Lettenhorizonte von bedeutenderer Mächtigkeit auf grösserer Erstreckung hin verfolgen. Ob diese Lettenlagen zu einer analogen Dreitheilung verwerthet werden können, ist eine Frage, die erst nach eingehender Untersuchung, insbesondere auf Grund einer sorgfältigen Kartirung im Anschluss an die nördlichen Gebiete beantwortet werden kann. Von grossem Interesse ist jedenfalls, dass in einer dieser drei Lettenlagen und zwar in jener, welche unmittelbar über dem vorzugsweise zu Bauzwecken abgebauten „Bausandstein" liegt, eine Bank von harten, dolomitischen Kalkknollen sich befindet, die 0.15 bis 0.30 m. Dicke aufweist. Nordöstlich von Sieglitzhof ist diese Lettenlage in einer Mächtigkeit von 5 bis 6 m aufgeschlossen. Wir finden hier die Kalkbank in der oberen Hälfte des Aufschlusses. Diese Kalkknollen, von den Arbeitern „Quacken" genannt, bilden, wie es scheint, einen auf weitere Entfernung hin verfolgbaren Horizont, denn auch weiter ostwärts sehen wir sie im Gebr. Schultheiss'schen Bruche nördlich der Spardorfer Haltestelle und in den ausgedehnten Uttenreuther Brüchen auftreten. Diese „Quacken" sind sehr schwer verwitternd und so hart, dass sie als Steinschlag zur Strassenbeschotterung verwendet werden können, ihre Analyse ergab folgende Werthe:

Gangart	21,30%
$CaCO_3$	41,42 „
$MgCO_3$	19,87 „
Al_2O_3 Fe_2O_3	9,50 „
H_2O	7,41 „
	99.50%

Auch bei einer Brunnenbohrung im Hofe des Uttenreuther Schulgebäudes stiess man in einer Tiefe von 15.5 m unter einer 0.5 m mächtigen Schicht rother Letten auf eine Bank solcher „Quacken", die ca. 0.30 m Dicke besass.

Von den im Burgsandstein vorkommenden Versteinerungen fand ich selbst bloss zwei handgrosse Stücke verkieselten Holzes in den Steinbrüchen von Uttenreuth, ein drittes Stück erhielt ich von Arbeitern daselbst. Alle drei Stücke, die aus der zerbröckelnden, dem festen Bausandsteine auflagerden Schicht, dem sogen. „faulen Fels" herrührten, erwiesen sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Stammtheile von Coniferen und dürften dem allgemein verbreiteten Araucaroxylon keuperianum zuzustellen sein. Die in der geologischen Sammlung des mineralogisch-geologischen Instituts befindlichen Stücke, welche auch aus der Erlanger Umgebung stammen und von Herrn Dr. Lissack nach bestimmt sind, erwiesen sich mit den von mir gefundenen vollständig übereinstimmend.

Ueber dem Burgsandstein folgt der „obere, rothe Keuperletten", der Zanclodonletten. Diese Letten, welche sich schon aus weiter Entfernung durch die grellrothe Farbe der in ihrem Bereiche liegenden Felder verrathen, besitzen in der Erlanger Gegend eine beträchtliche Mächtigkeit. Oberhalb des Garnisons-Schiessplatzes stellte Geigenberger eine Mächtigkeit von 12 m fest, ich fand sie am Uttenreuther Weinberg ca. 8 m mächtig entwickelt. In diesem fast ganz einfarbigen, grellrothen Lettenschiefer finden sich nur vereinzelte Einlagerungen weisser, lockerer Sande; an einigen Stellen, so z. B. am Uttenreuther Weinberg und nördlich davon am sogen. Lierssenwäldchen zwischen Rosenbach und Uttenreuth bemerkt man eine Breccienbank, die sich zwar nicht mehr zusammenhängend darstellt, deren Horizont sich aber noch in häufigen Lesesteinen verfolgen lässt. Auf grösseren Flächen, wieder am Weinberge, fand ich die Oberfläche des fetten, lehmigen, aus diesen Letten durch Verwitterung und Kultur hervorgegangenen Ackerbodens wie besäet mit einer grossen Anzahl erbsen- bis wallnussgrosser, oberflächlich verwitterter, dolomitähnlicher Kalkconcretionen, welche hier die Breccienbank zu vertreten

schien. Die chemische Zusammensetzung der Concretionen ist folgende:

Ca O	44.1 %
Mg O	3.2 „
Fe O	2.3 „
Mn O	1.4 „
$Al_2 O_3$	0.3 „
$C O_2$	35.1 „
$Si O_2$	13.4 „
	99.8 %

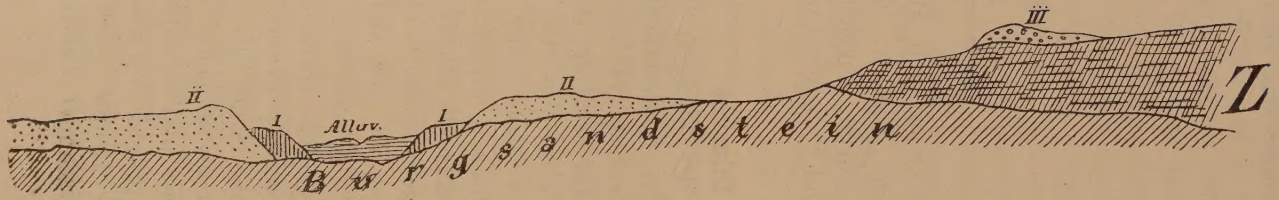
Trotz eifrig betriebenen Suchens und Befragens bei den Grundbesitzern war es mir nicht möglich, eine Versteinerung aus dieser dolomitischen Breccienschicht, in welcher sich anderwärts Zähne von Zanclodon laevis und Ueberreste von Plateosaurus fanden, zu erhalten.

II. Das Diluvium.

Das Diluvium besteht in der hiesigen Gegend einestheils aus Sanden und Gerölllagen, anderntheils aus mächtigen, mehr oder minder grandigen Schotterlehmen und typischem Löss. In seiner Arbeit über „das Diluvium der Umgegend von Erlangen“ hat Herr Dr. Blanckenhorn eine Gliederung dieser Gebilde durchgeführt und drei mehr oder weniger deutlich gegen einander abgestufte Terrassen unterschieden, von deren Lagerungsverhältnissen das umstehende schematische Profil durch das Schwabachthal eine Vorstellung geben soll.

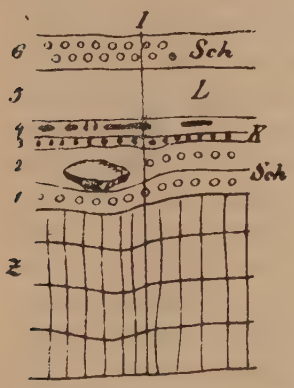
Nach den auf den Hügelkuppen und Burgsandsteinplateaus vielfach zurückgebliebenen Resten zu schliessen, muss das Diluvium die älteren, im Untersuchungsgebiete vorhandenen Formationen gänzlich bedeckt haben, erst spätere Erosion legte diese theilweise wieder bloss. Während die Sande der ersten und zweiten Terrasse an vielen Stellen diese doppelte Abstufung zeigen, lassen die höherliegenden Lehme und Schotter der sogenannten dritten Terrasse keine ausgeprägte Terrassenform mehr erkennen. Solche Schotter und Lehme, welche den Gesteinsdetritus darstellen, den ein mächtiger Diluvialstrom an seinen

Schematisches Profil durch das Schwabachthal.



I = erste Diluvialterrasse,
II = zweite Diluvialterrasse,
III = dritte Diluvialterrasse (Schotterterrase),
Z = Zanclodonletten.

Rändern absetzte, finden sich in grösserer Verbreitung vom Dorfe Spardorf an und lassen sich von da ostwärts in einer zusammenhängenden Zone dem Nordrande des Kartirungsgebietes entlang über Rosenbach und Neunkirchen bis zum Dorfe Hetzlas verfolgen. Ansehnliche Schottermassen finden sich hauptsächlich erst dem Zanclodonletten auflagernd, so bei Spardorf und am Uttenreuther Weinberge. In der im Betriebe befindlichen, ausgedehnten Lehmgrube der Spardorfer Ziegelei finden sich interessante, tiefe Aufschlüsse. Die Herren Dr. Blanckenhorn und Dr. Bettinghaus haben im vorigen Jahre in ihren Arbeiten die Grube ausführlich geologisch beschrieben, sodass ich von einer nochmaligen eingehenderen Beschreibung absehen zu können glaubte. Ein Profil von den sechs durch Blankenhorn in der Grube aufgenommenen lasse ich hier folgen:



6. Gelbbrauner Lehm mit groben Quarzkörnern und Geröllen von Rhätsandstein 0.40 m
5. Rothbrauner Thon, ähnlich den Zanclodonletten, mit grünen Bändern. Vereinzelte Mergelkalkgerölle aus dem Zanclodonletten. 0.60 m
4. Rothbrauner, kalkhaltiger Lehm mit fleischrothen Bändern von bröcklichem Kalk bezw. von plattigen Kalkconcretionen wechselnd mit schmutziggrauem, kalkfreien Lehm mit viel grossen kantengerundeten Quarzkörnern und Thoneisensteinstücken 0.20 m
3. Schmutzig graubrauner, kalkreicher Lehm mit vielen, innen hohlen, aufgesprungenen Kalkconcretionen 0.10 m
2. Grauer Lehm wohlgeschichtet mit rothen Zwischenlagen. Meist kleinere Gerölle, aus dem mittleren und oberen Lias, Opalinusthon und Doggersandstein. Die Steine alle mit der Breitseite aufliegend. Ein grosser Block non Rhätsandstein 65 cm breit 0.36 m
1. Rother Lehm, wohlgeschichtet, mit wenigen grauen Bändern. Zahlreiche grosse und kleine, flach aufliegende Gerölle von Kalkmergeln und Breccienbänken aus dem Zanclodonletten, Rhätsandstein, Arietensandstein, Thoneisenstein, gerollter Steinkern von Ammonites margaritatus Montf., Doggersandstein, nierenförmige Ausscheidung von faserigem Gyps 0.15—0.20 m

---

Basis: Rothe Zanclodonletten mit graugrünen Schichtlagen und ebensolchen unregelmässigen Adern und Flecken. Vereinzelt kleine, fleischfarbene, aufgesprungene, innen hohle Kalkconcretionen 2 m

Dieselben Schotterlehme, allerdings nicht in solcher Ausdehnung und Mächtigkeit wie bei Spardorf, finden sich im Untersuchungsgebiete auf der Höhe und an den Hängen des Uttenreuther Weinberges, wo sie auch dem Zanclodonletten auflagern. Unter den Bestandtheilen dieser Schotter nehmen Fragmente des Eisensandsteins — aus dem Dogger β — und namentlich die ob ihrer besonderen Widerstandsfähigkeit aus diesen ausgewaschenen, plattigen und nierenförmigen Eisensteinconcretionen die erste Stelle ein; dieselben enthalten häufig das bekannte Leitfossil Pecten pumilus (personatus Gldf.) Ausserdem sind Fragmente und Rollstücke von Arietensandstein des Lias und von Rhätsandstein in so erheblicher Menge vorhanden, dass alljährlich beim Bestellen der Felder ganze Wagenladungen dieser Gerölle aufgelesen und weggefahren werden.

Von besonderem Interesse war das Vorkommen einiger centnerschwerer Quarzitblöcke, die ich am Westabhange des Uttenreuther Weinberges im diluvialen lehmig-sandigen Schotter eingebettet dem Zanclodonletten aufliegend fand. An diesem Abhange des Hügels wurden einige Tagwerke rohes Land, die mit Hecken besetzt waren und brach lagen, gerodet und zu Ackerland umgearbeitet. Auf der Höhe des Hügels wurde die Diluvialdecke, die eine Mächtigkeit von zwei Metern hatte, obenher aus Sand bestand und durch lehmigen Sand und sandigen Lehm hindurch nach unten zu in einen typischen Schotterlehm der III. Terrasse überging, bis zu der rothen Lettenschicht abgetragen und das so gewonnene Material, mit dem Lettenboden selbst vermengt, über die Wellen des Abhanges hinweg zur Glättung desselben verwendet. Bei dieser Arbeit stiess man an der Sohle der diluvialen Bildung auf die Quarzitblöcke. Höchstwahrscheinlich sind sie tertiären Alters und die letzten Überreste der „sandigen Albüberdeckung“ in hiesiger Gegend. Die Blöcke sahen ganz so aus, wie die sogen. Braunkohlenquarzite, waren von gelblich-brauner Farbe, oberflächlich glatt abgeschliffen, von äusserster Härte und muscheligem Bruche. Die quantitative Analyse des Quarzits ergab folgende Werthe:

$Si\ O_2$	79.97 %
$Al_2\ O_3$	9.86 „
$Fe_2\ O_3$	0.81 „
$Fe\ O$	2.46 „
$Mg\ O$	0.96 „
$Ca\ O$	0.38 „
$Na_2\ O$	0.79 „
$K_2\ O$	1.73 „
$H_2\ O$	1.95 „
Sa.	98.91 %

III. Die Bodenbildung in der Keuperformation und im Diluvium.

Bei unseren Untersuchungen haben wir selbstverständlich nur die Zusammensetzung des Bodens, welche er jetzt hat, feststellen können, von dem Process der Bodenbildung haben wir bloss das jüngste Produkt, den Boden, wie er sich jetzt gerade uns zeigt, untersuchen können, die zahllosen Zwischenstufen der Bodenbildung vom compacten Fels bis zum fertigen, Erträge liefernden Ackerboden haben sich unserer Beobachtung entzogen. Nur von dem Process der Bodenbildung aus dem Burgsandstein wissen wir etwas mehr. Herr Hofrath Prof. Hilger-München, früher in Erlangen, suchte einen Einblick in den eigentlichen Verlauf des Verwitterungsprozesses bei verschiedenen Gesteinen zu erhalten, indem er Jahre hindurch verschiedenartiges Gesteinsmaterial den Atmosphärilien aussetzte und dasselbe von Zeit zu Zeit sorgfältigen Untersuchungen unterwarf, um den allmählichen Fortschritt der Verwitterung zu verfolgen. Durch diese Arbeiten wurde dargethan, wie bei den Keupersandsteinen der Zusammenhang der Componenten allmählig gelockert und gelöst wird, wie das Bindemittel ausgelaugt wird und der Feinerdegehalt sich mehrt. Aus den Tabellen von L. Bissinger*), welcher eine solche Arbeit im Auftrage des Herrn Prof. Hilger im Jahre 1893 aus-

*) L. Bissinger. Ueber Verwitterungsvorgänge bei krystallinischen und Sedimentärgesteinen. Erlangen 1894. Inaug.-Diss.

führte, ersieht man, dass „die ursprüngliche Korngrösse eine Burgsandsteins vom Burgberge im Jahre 1892 gegenüber de vom Jahre 1875 eine Abnahme von 37.9 % zeigte, der Rück stand in dem Siebe IV der Knop'schen Siebreihe vom Jahr 1884 bis 1892 von 15.44 % auf 53.20 % angewachsen ist. Bissinger sagt weiter, dass das noch vorhandene Korn ursprüng licher Grösse deutliche Zeichen der Verwitterung seines Binde mittels zeigte und nach Verlauf von weiteren sechs bis acht Jah ren die Zersetzung d. h. die Entfernung des Bindemittels ein vollständige sein dürfte." Aus diesen Daten ersehen wir, das der Burgsandstein von den Atmosphärilien in verhältnissmässig kurzer Zeit zerstört wird. Denken wir uns nun noch die Thätig keit der Pflanzenwelt hinzu, die Veränderungen, welche der ein mal pflanzenernährende Boden durch Einverleibung der auf ihn produzirten Pflanzensubstanz unmittelbar und mittelbar erfährt, s können wir uns ein annähernd zutreffendes Bild von der Boden bildung aus dem Burgsandsteine machen.

Anders ist es beim Sandboden des Diluviums. Der Diluvial sandboden ist ein auf secundärer Lagerstätte befindlicher, hetero gener Boden, durch Wasserfluthungen von weither verschlepp und angeschwemmt, aus den verschiedensten Componenten, vo denen allerdings Quarz bei weitem überwiegt, zusammengesetzt Nur im Allgemeinen lässt sich sagen, welcher Gesteine Zer trümmerungsprodukte uns in ihm vorliegen. Ehe der Sand a der Stelle, wo wir ihn jetzt finden, zur Ruhe kam, hatte er au seinen Wanderungen grosse Umwandlungen durchzumachen, sein Gemengtheile wurden durch das Wasser nach Korngrösse, spezi fischem Gewichte und Aufschlemmbarkeit geschieden und auch jetzt noch wird die Menge seiner auslaug- und verwitterbare Bestandtheile immer geringer. Nach der Zersetzung der leichte verwitternden Silikate bilden in den vom Wasser erzeugten Allu vionen die am wenigsten angreifbaren Quarzkörner den Haupt bestandtheil, es finden sich aber in diesen Sandmassen immer noch mehr oder weniger kleine Trümmer nur langsam und schwer zer setzbarer Mineralien z. B. von Kaliglimmer, Chlorit, Talk, Horn blende, Hypersthen, Enstatit, Titaneisenkörnern und häufig auch

von Orthoklas. Ausserdem sind in dem Sande stets noch Theile von Verwitterungsprodukten der ebengenannten, erst verwitternden und auch schon zersetzten Gemengtheile zu finden wie Thon und Eisenoxydhydrat. Die Qualität und Quantität dieser zersetzbaren Trümmer sind für die allmähliche Veränderung und Pflanzenproduktionskraft der Sande von grossem Einfluss, denn bei ihrer Zersetzung liefern sie einerseits der aus losen Körnchen bestehenden Sandmasse Thon, der sie bis zu einem gewissen Grade zu binden vermag, andrerseits sind sie die Quelle der Mineralnährstoffe für die Pflanzenwelt. Hat nun die letztere erst einmal Fuss gefasst, so bildet sich bald eine stetig zunehmende Humusschicht, die Pflanzen lassen, soferne Menschenhand nicht eingreift, ihre gesammte Masse auf dem Boden, der sie ernährte, zurück, und so reichert sich derselbe allmählich mit einer Reihe mehr oder minder rasch verwesender organischer Stoffe an, die immer anspruchsvolleren Pflanzen das Wachsthum ermöglichen. Bei ihrer Verwesung entwickeln sie nebenbei noch ansehnliche Mengen von Kohlensäure, welche die weitere Aufschliessung des Bodens kräftig fördert. Die Verwitterungsprozesse, welche in der noch unverwitterte Gesteinselemente enthaltenden Bodenschicht verlaufen und die vor allem auf die Wirksamkeit von Wasser, welches mit Kohlensäure geschwängert ist, zurückzuführen sind, werden durch die Anwesenheit jener verwesenden Substanzen ganz ausserordentlich unterstützt und beschleunigt. Die Verwitterung der Gesteinselemente ist aber in den meisten Fällen gleichbedeutend mit der Ueberführung wichtiger Pflanzennährstoffe, wie Kali und Phosphorsäure entweder in Lösung oder wenigstens in leichter lösbare Form. Auch das Ammoniak und die Salpetersäure, Verwesungsprodukte von allerhöchster Wichtigkeit für das Wachsthum der Pflanze, deren salzartige Verbindungen in der Natur nur sparsam verbreitete Pflanzennährstoffe sind, kommen so den Pflanzen zu gute. Während ihres Lebens hat die Pflanze allen Stickstoff, dessen sie habhaft werden konnte, in Form von organischen Verbindungen in sich aufgespeichert und diese ganze Masse gelangt nun nach ihrem Absterben für die nachfolgende Generation durch Verwesung nach und nach zur Verfügung. In der von den

Pflanzen erzeugten humosen Schicht sammelt sich verbrennliche Substanz, wobei gleichzeitig Stickstoff und andere Pflanzennährstoffe hier concentrirt und aufgespeichert werden. Die vergleichende Analyse des Ober- und Untergrundes eines diluvialen Haidesandbodens, auf der Versuchsstation von Wageningen ausgeführt, findet sich in Mayer's Bodenkunde*) und illustrirt das eben Gesagte aufs deutlichste:

	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	SiO_2	Glühverlust	N
Obergrund	0.023	0.03	0.01	0.01	Spur	13.6	0.023
Mittelgrund	0.019	Spur	0.02	0.01	0	Spur	0.007
Untergrund	0.009	Spur	0.004	0	0.004	Spur	0.007

Die Charakteristik Senft's**) für die sandreichen Bodenarten: „Körnige, bis staubige, fast bindungslose Bodenmasse, welche beim Abschlämmen höchstens 20 % thoniger Substanz und wenigstens 80 % Sand von verschiedenen Mineralien, aber nicht von Kalk besitzt" gilt mit gewissen Einschränkungen auch bezüglich unserer sandhaltigen Böden. Die tiefer, nach dem Alluvium zu gelegenen Sande der ersten Terrasse zeigen fast durchgängig eine mehr sandig-lehmige Beschaffenheit und einen bedeutend grösseren Feinerdegehalt als die der zweiten Terrasse. Durch fortgesetzte Cultur und die hier zu Lande angewendete Streudüngung haben sie sogar eine verhältnissmässig starke Culturschicht erhalten, während die Böden der zweiten Terrasse nur eine höchst dünne Krume aufweisen. Besässen diese Sandböden der höheren Lagen nicht unter allen Böden das stärkste Wärmeausstrahlungsvermögen und infolge dessen in den freien, offenen Lagen, wie dies auf der zweiten Diluvialterrasse fast durchgängig der Fall ist, die stärkste

*) Dr. Ad. Mayer. Die Bodenkunde, in zehn Vorlesungen. Heidelberg 1895.
**) Dr. F. Senft. Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. Berlin 1877.

Bethauung, so würden sie für höhere, viel Bodennahrung beanspruchende Pflanzen ganz unbewohnbar sein. Allerdings hat diese leichte Erhitzbarkeit während der Tagesstunden und die darauffolgende schnelle und starke Abkühlung während der Nacht wieder den Nachtheil, dass auf den Böden der zweiten Terrasse die jungen Pflanzen in kälteren Frühlingsnächten, welche auf heisse Tage folgen, leicht dem Frost unterliegen.

Die beiden anderen, noch übrigen Bodenarten aus meinem Aufnahmegebiet gehören nach Senft zu den lehmreichen Böden, „welche 30 bis 60 % Thon und höchstens 50 % gröberen oder feineren, schon durch das blosse Gefühl oder Gesicht bemerkbaren und durch Schlämmen abscheidbaren Sandes“ aufweisen können. Diese Böden sind im Allgemeinen tüchtige Luft- und Feuchtigkeitsansauger und aus diesem Grunde gute Düngerzersetzer. Der Diluviallehmboden der Erlanger Gegend ist der fruchtbarste aller hier auftretenden Bodenarten und als solcher sowohl für anspruchsvolle Culturgewächse wie für gute Wiesengräser sehr gut geeignet.

Der Zanclodonlettenboden neigt ebenso wie der Boden, welcher aus den tieferen Letten des Burgsandsteinhorizontes entsteht, durch die Beimengung von viel Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, die sich in der dunkeln Färbung äussern, vorzüglich bei einer schattenlosen Lage, leicht zur Verdunstung und Erhitzung, wodurch die Fruchtbarkeit stellenweise oft so herabgedrückt wird, dass diese Böden blos Thaupflanzen produziren können. In schattigeren Lagen dagegen kommen ihre Erträge, vor allem die des ersteren, denen der Diluviallehme oft nahe.

Wegen der mannigfachen Verschiedenheit der Ackerkrume ist der Landwirth der hiesigen Gegend angewiesen, in zweierlei Fruchtfolgen sein Feld anzubauen. Auf den Sandböden wird folgende Fruchtfolge eingehalten:

Erstes Jahr: Brache, welche durchweg mit Kartoffeln angebaut wird;

Zweites Jahr: Winterroggen oder auch Sommerroggen.

Dies ist die sogenannte zweischlägige Felderwirthschaft.

Auf den schweren Böden, den Lehm- und Lettenböden, wird die Dreifelderwirthschaft angewandt. Der Anbau ist:

Erstes Jahr: Brache, welche mit Kartoffeln, Rüben, Futtermitteln (Weidegras, Klee) bebaut wird;

Zweites Jahr: Winterroggen oder Winterweizen;

Drittes Jahr: Gerste, Hafer mit Kleeeinsaat.

Reine Brache sieht man in der Erlanger Gegend selten, die Felder werden stark mit Waldstreudung gedüngt und müssen alle Jahre Erträge bringen.

Als typische Bodenproben meines Gebietes sammelte und bezeichnete ich:

No. I einen Ackerboden der ersten Diluvialterrasse aus der Buckenhofer Flur.

No. II einen solchen der zweiten Diluvialterrasse aus der Sieglitzhofer Flur.

No. III einen Burgsandsteinverwitterungsboden der Sieglitzhofer Flur.

No. IV einen Ackerboden der Zanclodonletten vom Uttenreuther Weinberge.

No. V einen schweren Diluviallehmackerboden vom Uttenreuther Weinberge.

Ausserdem unterzog ich noch zwecks Vergleichs verschiedene andere Böden des Gebietes einigen speziellen Untersuchungen; so z. B. noch zwei Schotterlehme, einen mehr grandigen und einen mehr lehmigen, der mechanischen Analyse. Einen Zanclodonlettenboden eines höheren Horizontes prüfte ich in der Krume und im Untergrunde noch auf den Kalkgehalt, ebenso einen Lettenboden im Burgsandsteinhorizonte. Ferner schlämmte ich noch einen sogen. Melmboden und bestimmte seine Absorptionscoëfficienten für Kali, Stickstoff und Phosphorsäure.

IV. Die Lagerungsverhältnisse.

Ebenso wichtig wie die Ermittlung der einzelnen sich an der Zusammensetzung des Bodens betheiligenden Constituenten und ihres quantitativen Verhältnisses ist für den Culturwerth eines Bodens die Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse seiner

Schichten. Bei der Wahl der anzubauenden Frucht, bei Meliorations- und Culturarbeiten ist nothwendigerweise den Lagerungsverhältnissen Rechnung zu tragen. Selbst bei Vornahme der einfachsten Culturarbeiten kann sich der Landwirth der Kenntniss der tieferen Schichten seines Grund und Bodens nicht entschlagen, will er vor Schaden gesichert sein.

Die Lagerungsverhältnisse aller unserer ausgewählten Böden sind ziemlich klar und mit dem Bohrer leicht zu bestimmen. Die Sandböden der ersten und zweiten Terrasse, welche ein ziemlich bedeutendes Areal einnehmen, sind tiefgründig, mager bis sehr mager; dass insbesondere auf der zweiten Terrasse nur eine sehr schwache Culturschicht vorhanden ist, wurde bereits früher erwähnt. Die auf der ersten Terrasse liegenden Böden haben eine dickere Humusschicht, eine stärkere Krume, weniger Steine und einen bedeutend grösseren Feinbodengehalt als die fast durchgängig recht dürftigen Böden der zweiten Terrasse. Nur da, wo mehr grandige Schotter mit lehmigen Schottern oder Lehmen wechsellagern oder wo die Decke der Diluvialgebilde nur dünn über den darunter ausstreichenden Keuperschichten sich ausbreitet oder überhaupt auskeilt, also namentlich in den randlichen Parthieen der Thalebene, müssen Bohrungen über die Lagerungsverhältnisse Aufschluss geben.

Von sehr guter Beschaffenheit und tiefgründig sind die Böden des Schwabachalluviums, welche ein steinfreies, günstiges Gemisch von Aulehm und Sand darstellen. In der Erlanger Gegend baut man auf diesen Alluvialböden hauptsächlich Hopfen und Meerrettig mit gutem Erfolg.

Was den Burgsandsteinverwitterungsboden anlangt, so wird dieser, soweit es sich um die Verwitterungsschicht des Burgsandsteins selbst, nicht der Lettenschichten der Burgsandsteinstufe handelt, im Grossen und Ganzen wenig zur Bestellung herangezogen, hauptsächlich wird er zur Waldcultur benutzt und trägt gute Föhrenbestände. Nur da, wo nicht zu tief unter der verwitterten, bereits zu Boden umgewandelten Gesteinsschicht eine Lettenlage hinstreicht, wie z. B. in den Parzellen „Schulgartenäcker“ und „im Schleifweg“ in der Uttenreuther Flur bringt der

Burgsandsteinboden auch der Landwirthschaft gute Erträge. Noch günstiger natürlich sind im Allgemeinen jene Felder, deren Böden von den zu Tage ausstreichenden Lettenlagen selbst gebildet sind, deren sich im Bereich des Burgsandsteins im Aufnahmegebiet wie bereits erwähnt, drei von bedeutenderer Mächtigkeit beobachten lassen. Indessen gilt dies auch nur in beschränktem Maasse. Zuweilen sind nämlich den buntfarbigen, leicht zerfallenden Letten ein bis mehrere Dezimeter mächtige Lagen von harten, dolomitischen Kalkknollen eingelagert, welche die Fruchtbarkeit eines Bodens sogleich stark vermindern. In auffälligster Weise ist dies zu der Zeit, während ich diese Zeilen niederschreibe, bei Sieglitzhof wahrzunehmen. Einige wenige Schritte von dem Westende der Lettengrube, welche am Waldrande nordöstlich von Sieglitzhof liegt und das Material für die dortige Ziegelei liefert, sieht man rothe Keuperletten den Feldboden bilden. Schon auf den ersten Blick bemerkt man, dass dem Boden irgend etwas fehlt, denn die Frucht steht hier fast noch schlechter als auf dem dürftigen Sandboden der zweiten Terrasse und doch ist's derselbe Lettenboden, der einige hundert Schritte weiter nach Nordosten zu eine Kleebrache und Weizen trägt. Eine eingehendere Untersuchung mit der Hacke löst schnell das Rätsel. Den Untergrund der aus rothen Letten hervorgegangenen nur 0.15 - 0.20 m mächtigen Ackerkrume bilden die bereits erwähnten harten Knollen, die sogen. Quacken, die auch in der Lettengrube nebenan als ein zusammenhängender Horizont zu beobachten sind.

Nach Braungart hat man bezüglich der Lagerung von Krume und Untergrund hauptsächlich zu unterscheiden zwischen

a) flachkrumig oder tiefkrumig,

b) gleichartig oder ungleichartig.

Ein Boden mit tiefer Ackerkrume wird bei gleichen Voraussetzungen sicher stets einen höheren Culturwerth besitzen als ein flachkrumiger, ein Boden des Schwabachalluviums oder ein Boden der besseren Lagen der ersten Terrasse mit seiner bis zu 50 cm starken Krume steht höher im Werthe als ein aus Burgsandstein hervorgegangener Boden oder Diluvialsandboden der zweiten Terrasse, deren flache Krume bloss Kartoffeln und Hafer zeitigt

Nicht in der gleichen Weise machen sich die Unterschiede „gleichartig“ und „ungleichartig“ geltend. Durch Ungleichartigkeit von Krume und Untergrund kann ein Boden an Culturwerth gewinnen und umgekehrt verlieren. Dadurch dass wir eine nicht zu tief unter der Krume liegende Letten- oder lehmige Sandschicht eines Bodens durch Tiefkultur mit der vielleicht stark sandigen Krume vermischen, wird der Feinboden- und Thongehalt ein grösserer und die Ertragsfähigkeit gesteigert; liegen aber die Verhältnisse umgekehrt, die lehmige Sandschicht über magerem Sande, werden wir den Boden verschlechtern, wenn wir durch Tiefkultur der Ackerkrume von dem Untergrunde Sand zuführen.

V. Untersuchung der Böden.

Um zu einer umfassenden Kenntniss der verschiedenen Bodenarten zu gelangen, wurden dieselben folgenden Untersuchungen unterworfen:

a) der mechanischen Untersuchung (Schlämmanalye).
b) der mikroscopischen „
c) der chemischen „
d) der physikalisch-agronomischen Untersuchung.

a. Mechanische Untersuchung (Schlämmanalyse).

Die für den Culturwerth eines Bodens wichtigen Eigenschaften sind wesentlich von der Beschaffenheit der einzelnen Constituenten und deren Mischungsverhältnis abhängig. Bei der Bodenuntersuchung handelt es sich also hauptsächlich darum, die einzelnen Bestandtheile des Bodens nach Qualität und Quantität zu bestimmen.

Die Bodenproben wurden auf den Feldern stets von mir selbst und an solchen Stellen gesammelt, welche den Durchschnittscharakter des betreffenden geologischen Horizontes darstellten, in einem dichten Drillichbeutel gut verwahrt und nach der Ankunft zu Hause auf reinem, starken Papier ausgebreitet und getrocknet. Die Trennung wurde sodann mittelst eines Siebsatzes, dessen Siebe 10, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.1 mm Lochweite hatten, in folgender Weise vorgenommen:

Eine grössere, gewogene Menge (1 Kilo) des lufttrockenen Bodens wurde zunächst auf das Sieb von 2 mm Lochweite gebracht und der sogen. Feinboden daraus abgeschieden. Die im Siebe zurückgebliebene Bodenmasse wurde hierauf durch Hindurchtreiben durch das 3, 5, 10 mm- Sieb in weitere drei Theile getrennt, deren Gewichtsmengen auf Procente des zum Versuch angewandten Gesammtbodens berechnet und in die Tabelle eingetragen wurden. Da eine nähere Untersuchung des Feinbodens von besonderem Interesse ist, wog ich, nachdem er vollständig lufttrocken geworden war, hundert Gramm ab und kochte sie mehrere Stunden mit destilliertem Wasser. Sodann wusch ich ihn mittelst eines starken Borstenpinsels durch das nächst feinere Sieb (1 mm), behandelte das Siebprodukt jeweils in gleicher Weise mit den nächstfolgenden Sieben (0.5, 0.25, 0.1) und zerlegte dadurch den Feinboden wieder in vier Theile, welche in der Tabelle unter I bis IV aufgeführt und in Procenten des Feinbodens ausgedrückt sind. Den „Staub", das Produkt des feinsten Siebes, spülte ich in den Kühn'schen Schlämmcylinder, um es hier zu schlämmen zwecks einer letzten Trennung der feinen und feinsten, am leichtesten aufschlämmbaren Bodentheilchen, den „Thon". Der Schlämmrückstand heisst der „Staubsand". Geschlämmt wurde stets mit destillirtem Wasser. Das die feinsten Teilchen, den „Thon", enthaltende Schlämmwasser wurde in tarierter Schale gesammelt und eingedampft, sodann Schale und Inhalt nach zweitägigem Stehen an der Luft gewogen. Die oben erwähnte Berechnung der beim Hindurchtreiben durch die einzelnen Siebe, samt „Staubsand" und „Thon", erhaltenen, gewogenen Körnungsprodukte auf Feinbodenprocente, welche ich nach Fesca's und Julius Kühn's Vorschlag ausführte, giebt jedenfalls ein deutlicheres und übersichtlicheres Bild von dem Boden, als wenn man die Trennungsprodukte auf Procente des Gesamtbodens berechnet, wie dies von Laufer und Wahnschaffe geschieht.

b. die mikroscopische Untersuchung.

Bei der mikroscopischen Untersuchung der Böden wurde nach der Thürach'schen Methode verfahren, die trotz ihrer Einfachheit bei einiger Übung gute Resultate ergiebt.

Den durch das feinste Sieb hindurchgegangenen „Feinsand" brachte ich in eine etwas tiefe Porzellanschale mittlerer Grösse und schlämmte zuerst die leichtesten, am längsten suspendirt bleibenden thonigen Antheile ab, indem ich die Klümpchen mit den Fingern zerdrückte und den Boden unter Wasser mit einem Spatel gut umrührte. Als das ablaufende Wasser klar blieb und aller Thon entfernt war, schlämmte ich den rein sandigen Rückstand in der Weise, dass ich die Porzellanschale mit dem Rückstande in einer grösseren, mit Wasser gefüllten Schale unter Wasser in eine kreisende Bewegung versetzte. So brachte ich durch Schwenken der kleinen Schale den Rückstand auf kurze Zeit in schwebende Bewegung. Bei dieser Manipulation sondern sich die einzelnen Bestandtheile des Schaleninhalts nach ihrem spezifischen Gewichte: die leichteren werden aus der kleinen Schale herausgeschleudert, die schwereren fallen in derselben zu Boden. — Dieses Schlämmen unter Wasser fand ich noch vortheilhafter und schneller fördernd, als das einfachere Thürach'sche Verfahren, zugleich war einem eventuellen Verluste des Rückstandes vorgebeugt, da ja aller Sand in die grössere Schale gespült wurde. Das Verfahren wurde in der gleichen Weise mehrmals wiederholt, bis nur noch ein ganz geringer, schon durch seine dunkle Farbe die Anreicherung an den gesuchten selteneren Mineralien verrathender Rückstand sich ergab, den ich nach dem Abwaschen mit destillirtem Wasser (zum Schlämmen verwandte ich hier stets Brunnenwasser) im Trockenschranke trocknete. Mittelst dieser Methode vermochte ich in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit meine sämmtlichen Bodenproben und einige Sand- und Gesteinsproben zu schlämmen. Mit einer Federfahne streifte ich dann einen Theil des Schlämmrückstandes auf einen Objektträger, auf dem er, mit Wasser verrührt und mit einem Deckgläschen bedeckt, unter's Mikroskop verbracht wurde. Hier fanden sich denn die selteneren Mineralien concentrirt: Rutil, Zirkon, Turmalin, Granat, Magneteisen und Apatit.

Im Boden No. I beobachtete ich bei der mikroskopischen Untersuchung blassröthlichen Granat und Rutil in kleinen Mengen, Zirkonkryställchen dagegen in überraschend grosser Anzahl. Sämmtliche Kryställchen waren sehr stark abgerollt und die Kanten

abgeschliffen, doch liessen sich die Prismen- und Pyramidenkanten meist noch deutlich erkennen. Während beim Zirkon der prismatische Habitus vorwaltet, zeigen sich die Rutile zu ovalen, fast rundlichen Körnchen abgerollt, bei denen ebenso wie bei den Granaten Krystallflächen, bezw. -kanten nicht mehr wahrnehmbar sind.

In dem Boden No. II, einem mageren, flachgründigen Burgsandsteinverwitterungsboden, fand ich neben häufig auftretendem Magneteisen wieder Zirkone, hier aber in etwas besser erhaltenen Krystallen, befanden sie sich doch hier erst auf zweiter Lagerstätte. Ferner erkannte ich vereinzelte Turmaline und Rutile, sowie wasserklare Apatitnädelchen, die auch als Einschlüsse in Zirkonkrystallen zu beobachten sind.

Im Boden No. III, einem sehr dürftigen Boden der zweiten Diluvialterasse, fanden sich wieder häufige, aber sehr stark corrodirte Zirkone und einige wenige Rutile.

Am schlechtesten erhalten zeigten sich die Zirkone im Boden No. IV, einem tiefgründigen, fetten Zanclodonlettenboden. Rutilkrystalle waren hier nicht zu entdecken, ebenso wenig andere seltnere Mineralien.

Im Boden No. V, einem sehr fetten Diluviallehmboden, fanden sich neben vereinzelten Rutilen wieder häufige Zirkone und zwar zum Theil stark abgerollt und zertrümmert, zum Theil auffallend gut erhalten, fast völlig intakt. Die Flächen $\infty P \infty$, ∞P, P und 3 P 3 waren deutlich an den letzteren zu erkennen. Diese Verschiedenheit in der Erhaltung der Krystallflächen lässt sich nur dadurch erklären, das grössere Gesteinsfragmente, welche die Zirkonkrystalle einschlossen, in dem schon fertig gebildeten Lehme verwitterten und die Zirkone in der feuchten, weichen, plastischen Masse wohl geborgen und vor dem Abrollen geschützt waren.

c. Die chemische Untersuchung.

Bei der chemischen Untersuchung der Böden wurde stets von dem lufttrockenen Feinboden ($<$ 2 mm) ausgegangen; bevor der Boden jedoch mit dem Lösungsmittel behandelt wurde, war

noch seine hygroscopische Feuchtigkeit und sein Glühverlust zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wog ich auf der analytischen Wage genau zehn Gramm des lufttrockenen Feinbodens in einem Platinschälchen ab und trocknete im Trockenschranke bei 100—105 ° C bis zur Gewichtsconstanz. Wie vorauszusehen fand ich bei den zwei Sandböden und den Burgsandsteinverwitterungsboden einen viel kleineren Werth, als bei den schweren Lehmböden. Der Feuchtigkeitsgehalt der Böden ist folgender:

No. I	No. II	No. III	No. IV	No. V
4.7 %	2.91 %	0.26 %	5.69 %	5.11 %

Mit Hülfe dieser so gewonnenen Zahlen wurden alle Resultate der Analyse auf absolut trocknen Boden umgerechnet.

Zur Ausführung der Glühverlustbestimmung wurde zweckmässig gleich derselbe, bei 100—105 ° C getrocknete Boden in demselben Platinschälchen verwendet, die Temperatur zuerst auf 140—150 ° C erhöht und dann unter Umrühren mit einem Platindrahte der Boden so lange geglüht, bis keine schwarzen oder geschwärzten Partikelchen mehr sichtbar waren. Als Glühverlust des bei 100 ° bis 105 ° C anhaltend getrockneten Bodens fand ich folgende Werthe:

No. I	No. II	No. III	No. IV	No. V
4.4 %	4.93 %	1.15 %	8.67 %	5 %

Als Lösungsmittel für die Böden behufs Bestimmung aller gegenwärtig disponiblen und auch erst in Zukunft in Wirksamkeit tretenden Pflanzennährstoffe diente reine Salzsäure von spez. Gewichte 1,125 und zwar wandte ich auf einen Theil Feinboden zwei Theile der Säure an, liess unter häufigerem Umschütteln drei Tage (72 Stunden) bei Zimmertemperatur in geschlossener, mit Glasstopfen versehener Flasche stehen und filtrirte dann durch ein starkes, trocknes Filter in eine trockene Flasche. Je 100 Gramm dieses so erhaltenen Bodenauszugs entsprechen also 50 Gramm Feinboden. Das Verfahren der Analyse zur Bestimmung der durch die Säure gelösten Stoffe war das von Frühling*) ausgearbeitete

*) Dr. Frühling. Anleitung zur Ausführung der wichtigsten Bestimmungen bei der Bodenuntersuchung. Braunschweig 1892.

mit einigen Abänderungen, die mir für meine Böden und Zwecke passender erschienen.

Die lösliche Kieselsäure findet sich in Verbindungen, die sich zum Theil bereits in verdünnter Salzsäure lösen, erhebliche Mengen lösen sich in der von uns angewandten concentrirten Säure. Ich fand folgende zu einer Tabelle zusammengestellten Werthe:

No. I	No. II	No. III	No. IV	No. V
0.26 %	0.28 %	0.14 %	0.409 %	0.289 %

Bedeutend grösser aber, als die direkt lösliche Menge der Kieselsäure ist der Theil derselben, welcher durch Salzsäure aus seinen Verbindungen ausgeschieden und dann durch Kochen mit Natriumcarbonat gelöst wird. Frühling führt diese zweite Bestimmung der Kieselsäure nicht an und ist sie auch für die Beurtheilung eines Ackerbodens nur von untergeordneter Bedeutung, interessant sind aber die Zahlen, welche wir über diese zwei Arten der Bestimmung von Kieselsäure in einer vergleichenden Tabelle in einer Arbeit von Lüdecke*) finden.

	Boden von:						
Kieselsäure	Wellenkalk		Mittl. Muschelkalk		Trochitenkalk	Thonplatten	
löslich in HCl	0.13	0.04	0.08	0.14	0.59	0.12	0.06
„ „ Na_2CO_3	9.32	11.85	7.61	12.01	17.30	11.96	16.00
in Summa	9.45	11.89	7.69	12.15	17.89	12.18	16.06

Das Mangan wurde stets ausgefällt und, wo es zu bestimmen war, auch quantitativ bestimmt. So fand ich im Burgsandsteinboden bloss Spuren, in No. I und No II 0.05 % und 0.128 %, im Diluviallehmboden 0.261 % und am meisten im Zanclodonlettenboden nämlich 0.59 %.

Die Phosphorsäure ist in allen Böden, allerdings in sehr verschiedener Menge, vorhanden und wurde nach der Molybdänmethode bestimmt. Am wenigsten findet sich im Boden No. III — 0.035 %, am meisten in No. V, dem fetten Diluviallehme, welcher den sehr hohen Procentsatz von 0.16 hatte. No. III und No. I

*) C. Lüdecke, Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation in der Gegend von Göttingen. Inaug.-Diss. Leipzig 1892.

haben 0.07 % und 0.08 %, der Zanclodonlettenboden, No. IV, den normalen Gehalt von 0.10 % $P_2 O_5$.

Joulie*) verlangt für seinen Normalboden 0.10 % Phosphorsäure, welche Zahl der Zanclodonlettenboden gerade erreicht, der Diluviallehmboden noch übertrifft, die übrigen erreichen diesen Betrag nicht. Nach Gasparin**) ist ein 0.2 % $P_2 O_5$ enthaltender Boden sehr reich, einer mit 0.1 bis 0.2 % $P_2 O_5$ = Gehalt reich und ein Boden, der weniger als 0.05 $P_2 O_5$ enthält, arm zu nennen. Prof. Märker-Halle giebt nach Untersuchungen von Böden der Provinz Sachsen an:

Es ist zu bezeichnen als:

ein ausserordentlich hoher Gehalt an $P_2 O_5$ über (sehr selten vorkommend)	0.20 %
ein sehr hoher Gehalt	0.15—0.2 %
ein normaler Gehalt der guten Rübenböden	0.10 „
ein mässiger Gehalt	0.075 „
ein niedriger Gehalt	0.05 „
ein sehr niedriger Gehalt	0.025 „

Dementsprechend würden wir haben:

1) einen sehr phosphorsäurereichen Boden in No. V, dem fetten Diluviallehmboden mit 0.16 % $P_2 O_5$,
2) einen phosphorsäurereichen Boden in No. IV, dem Zanclodonlettenboden, mit 0.10 % $P_2 O_5$,
3) Böden mit mässigem $P_2 O_5$ = Gehalt in No. I, dem Boden der ersten Terrasse mit 0.08 % und in No. II, dem Burgsandsteinverwitterungsboden, mit 0.07 % $P_2 O_5$,
4) einen Boden mit sehr niedrigem bis niedrigen Gehalt in No. III, dem Boden der zweiten Diluvialterrasse.

Schwefelsäure findet sich in allen Böden in geringen Mengen, am meisten in No. II, dem Boden des Burgsandsteins, der 0.04 % SO_3 hat.

Kali und Natron wurden überall in wechselnden Mengen gefunden. Den grössten Gehalt an Kali haben die schweren

*) Joulie. Produktion fouragère par les engrais, Paris 1887.

**) Gasparin. Détermination des terres arables dans le laboratoire.

Böden, No. IV = 0.285 % und No. V = 0.377 %. Dies sind zwar keine sehr hohen Werthe, doch sind sie ausreichend. Bedeutend ärmer an Kali sind die anderen drei Böden:

No. I hat 0.12 % K_2O, No. II = 0.069 %; No. III gar bloss 0.056 % K_2O.

Was den Gehalt an Kalk, Magnesia und Kohlensänre betrifft, so hatte meine Untersuchung die folgenden Ergebnisse: Ein grosser Theil der alkalischen Erden ist oft nicht an Kohlensäure gebunden und würde man zu ganz falschen Resultaten kommen, wollte man den Kalkgehalt eines Bodens aus dem analytisch festgestellten Gehalt an Kohlensäure berechnen. Bei der agronomischen Untersuchung muss neben der Kohlensäurebestimmung in allen Fällen auch der Kalk direkt bestimmt werden. Lüdecke stellte viele Versuche an, um zu ermitteln, in welcher Verbindung der nicht an Kohlensäure gebundene Kalk im Boden vorhanden sei und bei diesen Versuchen, bei welchen er zum Austreiben der Kohlensäure und Lösen der alkalischen Erden verdünnte Salzsäure, Phosphorsäurelösung und verdünnte Essigsäure anwendete, zeigte es sich, das die in Lösung gegangene Menge der Basen bei weitem grösser war, als zur Sättigung der gefundenen Kohlensäure nötig gewesen wäre. Es ist nach Lüdecke höchst wahrscheinlich, dass das nicht an Kohlensäure gebundene Calcium an Humussäure gebunden ist, denn von den sonst noch in Betracht kommenden Säuren, Schwefelsäure und Salpetersäure, fanden sich, wie die Analysen ergaben, nur verschwindend kleine Mengen, besser Spuren im Boden.

Von diesem Gedanken geleitet habe ich den Gehalt des durch das 2 mm Sieb gefallenen Feinbodens an Calcium und Magnesium nicht auf Carbonat, sondern auf Oxyd berechnet. An Calcium- und Magnesiumoxyd ist im Feinboden enthalten im:

	CaO	MgO
Boden No. I	= 0.179	0.09
„ No. II	= 0.25	0.008
„ No. III	= 0.08	0.01
„ No. IV	= 2.79	0.93
„ No. V	= 0.333	0.101

Der im Vergleich zu dem der anderen Böden so auffallend hohe Gehalt an Ca O und Mg O des Bodens No. IV erklärt sich aus dem Vorhandensein der kalkig-dolomitischen Concretionen, die in und auf diesem Zanclodonlettenboden reichlich zerstreut sind.

Die Bestimmung der Kohlensäure führte ich der Controlle halber für jeden Boden zwei- bis dreimal aus und verwendete dazu theils den Geissler'schen Kaliapparat, theils einen eigens zur Untersuchung von Böden und Mergeln von Geissler und Erdmann construirten, sehr handlichen Apparat, der gute Resultate ergab. Ich prüfte ihn erst, indem ich in einem gewogenen Calcitkrystall die Kohlensäure bestimmte. Für die Kohlensäurebestimmung wurden gewöhnlich ca. 5 bis 7 Gramm Feinboden verwendet.

Die Ackerkrume finden wir in den meisten Fällen reicher an Kohlensäure als den Untergrund, denn in ersterer oxydiren sich die entstehenden Humussäuren schneller zu Kohlensäure, als in den der Luft weniger zugänglichen tieferen Schichten. So zeigt der Boden I

in der Ackerkrume 1.07 % CO_2
im Untergrund bloss 0.84 „ „

der Burgsandsteinverwitterungsboden No. II,

in der Ackerkrume 1.014 % CO_2
im Untergrund 0.96 „ „

der Boden No. III

in der Ackerkrume 0.45 % CO_2
im Untergrund 0.37 „ „

Anders stellt sich das Verhältniss der fetten Böden dar, deren Untergrund ein zäher, fetter Thon ist. Die Wasserbewegung von oben nach unten ist bei diesen Böden nur gering, die Humussäuren können sich in der Ackerkrume halten und werden nicht, wie bei den leichter durchlässigen ersten drei Böden, durch die Tageswässer mit hinuntergewaschen. So fand ich im Boden V

in der Ackerkrume 1.46 % CO_2
im Untergrund 1.72 „ „

Der Zanclodonletten des von mir untersuchten Horizontes zeigte allerdings im Gegensatz zu dem Diluviallehme in der Acker-

krume einen grösseren Kohlensäuregehalt als im Untergrunde. Die Ursache davon ist in dem Umstande zu suchen, dass auf und in ihm unzählige, alle Stadien der Verwitterung zeigende Kalk-Concretionen zerstreut sind, die nach unten zu weniger zahlreich auftreten. Durch diese wird natürlich der CO_2-Gehalt des Bodens bei der Bauschanalyse erheblich erhöht. Ich zog deshalb, um die obenerwähnte Gesetzmässigkeit zu beweisen, eine höher liegende Schicht des Zanclodonlettens, in welcher sich die Concretionen nicht fanden, zu dieser Untersuchung heran und dieser Boden zeigte dann auch die beim Diluviallehm beobachtete Eigenthümlichkeit in der Vertheilung des Kohlensäuregehaltes. In Tabelle I ist dieser Boden unter No. VII aufgeführt. Er enthält

in der Ackerkrume 1.83 % CO_2,
im Untergrund 2.26 „ „.

Auch einen rothen Keuperlettenboden prüfte ich in Krume und Untergrund auf seinen CO_2-Gehalt, wobei sich dieselbe Uebereinstimmung zeigte.

Die Ackerkrume hatte 1.21 %,
der Untergrund 1.47 „ CO_2.

Solche rothe Keuperlettenböden finden sich in nur geringer Verbreitung innerhalb des von mir bearbeiteten Gebietes, nämlich da, wo die Keuperletten zwischen der Diluvialdecke des Thalbodens und den aus Burgsandstein bestehenden Berggehängen gelegentlich ausstreichen; dies ist südlich und westlich der Lettengrube bei Sieglitzhof und an einigen anderen Stellen der Fall. Am reinsten und tiefgründigsten treten sie in einem Horizonte am Uttenreuther Weinberge auf, dem ich auch die von mir untersuchten Proben entnahm.

Auch in Betreff des Kalk- und Magnesiagehaltes zeigt ein Vergleich der Ackerkrume und des Untergrundes, vor allem bei den schweren Böden No. IV und No. V, wesentliche Verschiedenheiten. Der Untergrund enthält reichlich mehr Kalk und Magnesia als die Ackerkrume. Dieselbe Beobachtung machten auch Lüdecke, Wolf*) und andere. So fand Ersterer bei den schweren Böden der Thonplatten von Hainberg (Göttingen)

	Ca O	Mg O
in der Ackerkrume	1.84	2.26,
im Untergrund	4.73	0.28.

Nach Wolf*) enthält der aus dem Liaskalkstein von Ellwangen hervorgegangene Boden

	Ca O	Mg O
in der Ackerkrume	2.9	0.4,
im Untergrund	6.7	0.3.

Meine zwei hier in Betracht kommenden Böden zeigten folgende Werthe für Calcium- und Magnesiumoxyd in Krume und Untergrund:

Zanclodonlettenboden (für diese Bestimmungen gilt wieder der höhergelegene No. VII der Tabelle I)

	Ca O	Mg O
in der Ackerkrume	1.74	0.51,
im Untergrund	2.35	0.63.

No. V Diluviallehmboden

	Ca O	Mg O
in der Ackerkrume	0.83	0.201,
im Untergrund	1.34	0.22.

Die Erklärung dieser auf den ersten Blick etwas befremdenden Erscheinung ist indes leicht: In Böden mit geschlossenem, aus zähem Thon gebildeten Untergrunde ist die Wasserbewegung in der Krume eine weitaus stärkere als im Untergrunde. Die hindurchsickernden, kohlensäurehaltigen Tageswässer lösen das Carbonat des Kalkes und führen es mit sich fort in die Tiefe und so wird die Ackerkrume stärker entkalkt als der Untergrund. Nach Braungart**) giebt es selbst im weissen Jura Verwitterungsböden, welche bis zu einer beträchtlichen Tiefe fast gar keinen Kalk und auch gar keine kalkreichen Gesteinsreste mehr enthalten.

Bei milden und mehr tiefgründigen Böden fand sich das umgekehrte Verhältnis: der Untergrund zeigte sich kalkärmer als die Krume. Beim Verfolgen einer Lettenschicht im Burgsandstein in der Nähe vom Dorfe Rosenbach, welche sich gegen das

*) Cit. Braungart, Bodenkunde, pag. 63.

**) Braungart, Bodenkunde 1876.

Diluvium zu allmählich auskeilte, stellte ich durch Bohrungen fest, dass diese wasserhaltende Schicht auf einer ziemlich ausgedehnten Fläche von einer 0,30 bis 0,50 m starken, in sehr gutem Zustande befindlichen, sandig-humosen Ackerkrume bedeckt war. Es erschien mir nicht ohne Interesse, zu erfahren, wie sich in diesem, wie mir bekannt war, sehr gute Erträge liefernden, mässig durchlassenden Boden der Kalkgehalt des Untergrundes zu dem der Ackerkrume verhalte. Die Untersuchung ergab:

„Melmboden", No. VI Tab. I

	Ca O
in der Ackerkrume	2.23 %
im Untergrund	1.30 „

Der Boden ist so beschaffen, dass er ziemlich bedeutende Mengen Wasser aufspeichern kann, das sich, unten von der Lettenschicht gehalten, in seinen Hohlräumen sammelt. Die Tageswässer lösen mit Hülfe der Kohlensäure den Kalk, den sie in den von ihnen passierten Schichten vorfinden. Durch die Transpiration der Gewächse und die Sonnenwärme verdampft das Wasser der oberen Schicht, infolge der Capillarität steigen von dem Wasservorrath der tieferen Schichten ständig neue Wassermengen in die Höhe, um die von ihnen gelösten Nährstoffe in höchst feiner Vertheilung den Pflanzen darzubieten. Das Nährstoffreservoir im Untergrunde des Bodens hält für lange, ja, unabsehbare Zeit vor, wenn der mit der Ernte fortgeführte Nährstoffgehalt immer wieder durch Dünger ersetzt wird. Diese Art von Böden, welche äusserlich grosse Uebereinstimmung mit den guten Diluvialböden der ersten Terrasse in den besseren Lagen zeigen, nennen die Landwirthe der hiesigen Gegend „Melmboden". Diese Böden lassen sich zum Unterschied von den schweren, bei Regenwetter zusammenklebenden, bei Trockenheit steinhart und rissig werdenden, fetten Lehmböden sehr gut bearbeiten und liefern, wenn sie auch nicht kleefähig sind, jahraus, jahrein Erträge, welche sich denen der schweren Böden recht wohl an die Seite stellen können.

Bestimmung der Absorptionscoëfficienten für Stickstoff, Phosphorsäure und Kali.

Lüdecke und andere führen in ihren Arbeiten bloss Absorptionsbestimmungen von Stickstoff und Phosphorsäure auf, Frühling jedoch schlägt neben diesen Bestimmungen noch die von Kali vor und so bestimmte ich, mich an Frühling's Anleitung haltend, die Absorption für diese drei wichtigsten Nährstoffe.

Für die Bestimmung der Stickstoffabsorption gebrauchte Lüdecke eine Chlorammoniumlösung mit 5.35 gr. lufttrocknem NH_4 Cl im Liter (ca. $^1/_{10}$ Atom), welches einem N-Gehalte von 1.250 im Liter entspricht. Fesca*) wandte für seine Versuche eine Lösung von 1,40 gr N pro lit. an. Knop nahm 4.8 Chlorammonium = 1,256 N pr. lit., nach Frühling wandte ich 5,338 NH_4 Cl (NH_4 Cl = 53,38) = 1,401 N pr. lit. an.

Da geringe Abweichungen in der Stärke der Lösungen auf die Resultate keinen Einfluss haben, so sind die von mir angewendete Normallösung und meine gefundenen Resultate mit denen von Fesca direkt vergleichbar. Um diese Angaben in die Knop'sche Bezeichnung nach Volumen umwandeln zu können, diene folgende von Fesca aufgestellte Tabelle:

cbcm Knop	20	30	40	50	60	70	80	90	100	105	135
milligr. Fesca	25	28	50.2	63	75	87	100	113	126	132	169

Zur Bestimmung der Kali- und Phosphorsäureabsorption löste ich 7,440 lufttrockenes Chlorkalium (K Cl = 74.4), entsprechend 4.701 Kali und 35,7 krystallisiertes, reines phosphorsaures Natrium (Na_2 HPO_4 + 12 H_2 O = 357,32), entsprechend 7,072 Phosphorsäureanhydrid auf ein Liter. Mithin enthielt von diesen Lösungen:

1 ccm = 0.004701 gr K_2 O

1 ccm = 0.007072 „ P_2 O_5

In Flaschen von ca. 1 Liter Inhalt vereinigte ich nun je dreihundert Gramm von diesen drei Nährstofflösungen mit je 100 Gramm lufttrocknem Boden, verkorkte, liess unter häufigem Umschütteln 48 Stunden bei Zimmertemperatur stehen und filtrierte dann nach genügendem Absitzen die Flüssigkeiten durch trockene

*) Fesca: Agronomische Bodenuntersuchung und Kartierung. Journal für Landwirthschaft 1879.

Faltenfilter in trockene Flaschen. In dreissig Cubikcentimeter des Chlorkaliumhaltigen Filtrats bestimmte ich mittelst Platinchlorids den Gehalt an Kali, in 100 ccm des Filtrats von der Chlorammoniumlösung den Stickstoff nach der Kjeldal'schen Methode und in 25 ccm der Phosphatlösung endlich die Phosphorsäure auf massanalytischem Wege mit Uranacetat. Die gefundenen Zahlen berechnete ich auf das angewandte Volumen von 300 ccm, dessen ursprünglicher Gehalt an Nährstoffen ja bekannt ist; was an dem Betrage der letzteren fehlt, ist von den 100 gr. Feinboden, die ich verwendete, absorbiert worden. Die Menge des von 100 gr. Feinboden absorbierten Nährstoffes, in Milligrammen ausgedrückt, ist der Absorptionscoëfficient des Bodens für den betreffenden Nährstoff. Für die einzelnen Böden fand ich folgende, hier zu einer Tabelle zusammengestellten Werthe der

Absorptionscoëfficienten für Stickstoff, Phosphorsäure u. Kali.

Bodenart	100 gr. Feinerde (< 2 mm) absorbierten aus einer Lösung von:		
	Chlorammonium mit 1.401 N pr. lit. Milligr. Stickstoff	Natriumphosphat mit 7,072 P_2O_5 pr. lit. Milligr. Phosphorsäure	Chlorkalium mit 7.440 K_2O pr. lit. Milligr. Kali
I. Boden der ersten Diluvialterrasse	82	102	121
II. Burgsandsteinverwitterungsboden	78	95	107
III. Boden der zweiten Diluvialterrasse	64	56	45
IV. Zanclodonlettenboden	197	172	184
V. Diluviallehmboden	186	199	182
VI. „Melmboden“	116	131	144

d. Physikalische Untersuchung.

Bestimmung des Aufsaugevermögens.

Die wasserhaltende Kraft eines Bodens kann man nach Wolf in verschiedener Weise bestimmen. Man kann das Wasser von unten her in den Boden eintreten lassen und es von oben her mit den Erden in Berührung bringen. Bei letzterer Methode erhalten wir höhere Werthe als bei ersterer. Der Grund liegt darin, dass sich dann, wenn wir das Wasser von unten her eintreten lassen, bloss die capillaren Hohlräume des Bodens mit Wasser füllen, wenn dagegen das Wasser von oben her auf den Boden gebracht wird, füllen sich neben den Capillaren noch grössere, nicht capillare Hohlräume mit Wasser. Mit Rücksicht darauf entschloss ich mich, bloss das Aufsaugevermögen der einzelnen Böden zu bestimmen.

Die Capillaranziehung eines Bodens ist für die Ertragsfähigkeit desselben von grosser Wichtigkeit. Einerseits verlangsamt und verhindert sie das Versinken der den Boden netzenden Tageswässer, andererseits beugt sie dem gänzlichen Austrocknen der Ackerkrume insofern vor, als sie je nach dem Grade des Abdunstens ein allmähliches Emporsteigen der im Untergrunde enthaltenen Feuchtigkeit vermittelt. In einem sehr feinerdereichen Boden wird das Wasser höher als in einem an Feinerde armen gehoben; je gröber das Bodenmaterial, um so geringer ist die capillare Kraft desselben. Liebenberg*) hat dies experimentell nachgewiesen, indem er drei Röhren, mit Sand von verschiedener Korngrösse gefüllt, mit ihrem unteren Ende in Wasser stellte. In der Röhre No. I hatten die Körner des Sandes einen Durchmesser von 1 bis 2 mm, in der zweiten besassen sie einen solchen von 0.5 bis 1 mm, die dritte Röhre enthielt ein Gemisch beider Korngrössen. Folgende Tabelle illustriert seine Beobachtungen:

	Steighöhen in Centimetern		
Beobachtungszeit	Röhre I	Röhre II	Röhre III
Nach $^1/_2$ Std.	5.2	8.2	7.5
„ $1^1/_2$ „	6.5	10.5	9.0

*) Cit. Braungart, Bodenkunde.

Beobachtungszeit	Röhre I	Röhre II	Röhre III
Nach 24 Std.	9.0	14.0	11.5
„ 2 Tagen	9.5	15.0	15.0
„ 3 „	10.5	16.0	12.8
„ 4 „	—	17.0	13.0

Zur Bestimmung des Aufsaugevermögens meiner Böden verfuhr ich folgendermassen: Eine ca. 1 m lange und 2 cm weite, calibrierte Glasröhre, die unten mit feinem Mullstoff überbunden war, füllte ich unter fortwährendem Rütteln und Aufstossen auf eine weiche Unterlage mit feingeriebenem Boden bis zur obersten Marke. Als die Bodensäule im Innern des Glasrohres trotz alles Aufstossens und Rüttelns sich nicht mehr verringerte, brachte ich das untere Ende der in einer Klemme vertikal gehaltenen Röhre 2 bis 3 cm tief in ein mit Wasser gefülltes Gefäss. Hier liess ich nun den Apparat 48 Stunden und las die Höhe ab, bis zu welcher in dieser Zeit das Wasser aufgestiegen war, was sich durch die dunklere Färbung des feuchtgewordenen Bodens kenntlich machte. So fand ich für den Boden der ersten Terrasse die Zahl 57; das Aufsaugevermögen des Bodens No. I betrug in 48 Stunden 57 Centimeter. Für den Boden der zweiten Terrasse fand ich die Zahl 36; für den Burgsandsteinboden 43, für den Zanclodonletten 48, für den Diluviallehm 51.

Schluss.

Wie schon eingangs des agronomisch-chemischen Theils der vorliegenden Arbeit erwähnt wurde, kann selbst die eingehendste Bauschanalyse niemals als ein obsoluter Werthmesser für die Ertragsfähigkeit eines Bodens gelten, weil auf den Ertrag noch Faktoren einwirken, welche sich unserer Beurtheilung entziehen. Wenn wir z. B. die Analyse eines Thonbodens mit der eines Lehmbodens vergleichen, so finden wir, dass aus ersterem durch Salzsäure mehr Kali ausgezogen wurde, als aus dem Lehmboden. Wir müssten also den Thonboden für besser halten als den Lehmboden, wenn nicht die Erfahrung lehrte, dass letzterer eine reichlichere Quelle für assimilierbares Kali bildet als jener.

Durch die chemische Analyse eines Bodens erfahren wir nicht nur den Vorrath an augenblicklich verfügbaren Pflanzennährstoffen, sondern auch die Mengen derselben, welche erst im Laufe der Jahre noch aufgeschlossen und den Pflanzen zugänglich werden.

Stellt man aber an der Hand von Bodenanalysen praktische Düngeversuche an, so liefern die Analysen sehr werthvolles Material für die Erklärung der Ernährungsvorgänge in der Pflanze und geben Fingerzeige zur zweckmässigen Ausnützung des Bodens. Sie gewähren Aufschluss über die Abwesenheit oder unzureichende Menge einzelner wichtiger Pflanzennährstoffe und vermögen durch das eventuelle Auffinden von Pflanzengiften eine beobachtete Unfruchtbarkeit oder Verringerung des Ertrags zu erklären.

Die für den Landwirth aber eigentlich wichtigste Frage: „Welche Art Dünger ist für diesen oder jenen Boden am ange-

zeigtesten zur Erzielung der höchstmöglichen Erträge?“, diese Frage lässt sich nur mit grosser Zurückhaltung beantworten, hier können nicht theoretische Betrachtungen, sondern nur passend angelegte und sorgfältig ausgeführte Düngeversuche allein die richtige Antwort geben. Hat doch schon oft die Praxis bewiesen, dass ein Boden, den wir, der Theorie folgend, mit demjenigen Nährstoff düngen sollten, der sich in geringster Menge in ihm vorfindet, sich dieser Düngung gegenüber undankbar zeigte, sie überhaupt nicht lohnte, wogegen er sich einer künstlichen Zufuhr anderer, bereits reichlich vorhandener, Nährstoffe gegenüber äusserst dankbar erwies.

Agronomische Analysen.

Tabelle I.

	Der vollkommen trockene Feinboden (< 2 mm) enthält	Hygroscopische Feuchtigkeit (100—105° C.)	Glühverlust	Kalk	Magnesia	Spezifisches Gewicht	Wasseraufsaugevermögen	100 gr. Feinboden (= 2 mm) absorbierten aus chlorammonlösung (= 1.401 N pr. lit.)	100 gr. Feinboden absorbierten aus Natriumphosphatlösung (= 7.072 P_2O_5 pr. lit.)	100 gr. Feinboden absorbierten aus Chlorkaliumlösung (= 7.440 K_2O pr. lit.)	Kohlensäure
No. I.	Boden der ersten Diluvialterrasse	%	%	%	%			Mgr. N.	Mgr. P_2O_5	Mgr. K_2O	%
	Krume	4.7	4.4	0.27	0.19	2.45	57	82	102	121	1.07
	Untergrund	—	—	2.24	0.53	—	—	—	—	—	0.96
No. II.	Burgsandsteinverwitterungsboden										
	Krume	2.91	4.93	0.25	0.018	2.49	45	78	95	107	1.014
	Untergrund	—	—	0.26	0.022	—	—	—	—	—	0.76
No. III.	Boden der zweiten Diluvialterrasse										
	Krume	0.26	1.15	0.18	0.07	2.52	39	64	56	45	0.45
	Untergrund	—	—	0.18	0.09	—	—	—	—	—	0.37
No. IV.	Zanclodonlettenboden										
	Krume	5.69	8.67	2.79	0.932	2.44	51	197	172	184	2.59
	Untergrund	—	—	1.85	0.07	—	—	—	—	—	1.92
No. V.	Diluviallehmboden										
	Krume	5.11	5.0	0.83	0.201	2.46	48	166	199	182	1.46
	Untergrund	—	—	1.34	0.22	—	—	—	—	—	1.72
No. VI.	Melmboden										
	Krume	—	—	2.23	0.82	—	63	116	131	144	2.10
	Untergrund	—	—	1.30	0.85	—	—	—	—	—	0.98
No. VII.	Zanclodonlettenboden										
	Krume	—	—	1.74	0.51	—	—	—	—	—	1.83
	Untergrund (höhere Lage ohne die bew. Concretionen)	—	—	2.35	0.63	—	—	—	—	—	2.26

Mittelwerthe der Schlämmanalysen.

Bodenart	Feinboden %	Der Feinboden enthält 2 / 0.05	0.05 / 0.01	< 0.01	Tiefe der Probeentnahme cm
No. I. Boden der ersten Diluvialterrasse					
Krume	98	52	7	41	0/15
Untergrund	94	64	19	17	15/35
No. II. Burgsandsteinverwitterungsboden					
Krume	88	66	14	20	0/15
Untergrund	72	75	15	10	15/25
No. III. Boden der zweiten Diluvialterrasse					
Krume	95	72	14	15	0/15
Untergrund	68	83	11	8	15/25
No. IV. Zanclodonlettenboden					
Krume	96	25	15	59	0/15
Untergrund	98	18	13	70	15/30
No. V. Diluviallehmboden					
Krume	94	30	10	61	0/15
Untergrund	92	33	14	53	15/30
No. VI. Melmboden					
Krume	100	43	11	46	0/15
Untergrund	97	47	13	40	15/25
No. VII. Schotterlehm (lehmiger Schotter)	83	33	16	51	0/20
No. VIII. Schotterlehm (mehr grandig)	74	52	14	34	0/20

Schlämmanalysen.

No.	Bodenart	Ackerkrume Untergrund	Tiefe der Probeentnahme	Procente des Gesammtbodens			Feinboden	Procente des Feinbodens						Feinboden Summa
				< 10 mm	10 mm / 4 mm	4 mm / 2 mm	≧ 2 mm	I. 2 mm / 1 mm	II. 1 mm / 0.5 mm	III. 0.5 mm / 0.1 mm	IV. < 0.1 mm	bestehend in Staub-sand	bestehend in Thon	
1.	Erste Diluvial-terrasse	A	0/15	—	0.8	0.9	98.3	27.2	25.1	6.5	41.0	32.6	8.4	99.8
		U	15/25	2.0	1.2	2.6	94.2	32.9	32.0	18.8	16.1	8.1	8.0	99.8
2.	Burgsandstein-boden	A	0/15	5.8	2.4	3.0	88.8	19.4	46.2	14.2	19.9	12.6	7.3	99.7
		U	15/25	12.4	7.2	8.0	72.4	43.9	31.0	15.2	9.9	6.3	3.6	100.0
3.	Zweite Diluvial-terrasse	A	0/15	3.6	0.5	1.2	94.7	48.0	23.8	13.5	14.6	11.5	3.1	99.9
		U	15/25	15.4	8.3	7.9	68.4	45.5	32.2	12.0	7.6	4.6	3.0	101.3
4.	Zanclodonletten-boden	A	0/15	2.7	0.9	—	96.4	1.7	23.5	15.2	59.4	31.9	27.5	99.8
		U	15/25	—	—	1.8	98.2	0.6	17.0	12.6	69.8	28.7	41.1	100.0
5.	Diluviallehm-boden	A	0/15	—	—	6.3	93.7	6.9	23.0	9.5	60.5	28.1	32.4	99.9
		U	15/30	11.7	2.2	4.3	91.8	18.7	14.6	13.7	52.9	34.2	18.7	99.9

Analysen der Feinböden.

No.	100 gr. des bei 105° anhaltend getrockneten Feinbodens enthalten:	Wassergehalt des Feinbodens	Glühverlust	Kieselsäure in Salzsäure gelöst. SiO_2	Eisenoxyd Fe_2O_3	Thonerde Al_2O_3	Calciumoxyd CaO	Magnesia MgO	Kali K_2O	Natron Na_2O	Kohlensäure CO_2	Phosphorsäure P_2O_5	Schwefelsäure SO_3	Manganoxyduloxyd Mn_3O_4	Eisenoxydul FeO
1	Boden der ersten Diluvialterrasse (Buckenhofer Flur)	4.7	4.4	0.26	0.8	0.9	0.27	0.19	0.12	0.02	1.07	0.08	0.02	0.05	—
2	Burgsandsteinverwitterungsboden (Sieglitzhofer Flur)	2.91	4.93	0.28	0.13	0.83	0.25	0.18	0.069	0.012	1.014	0.07	0.04	Spuren	—
3	Boden der zweiten Diluvialterrasse (Sieglitzhofer Flur)	0.26	1.15	0.141	0.15	0.5	0.18	0.07	0.056	0.009	0.45	0.035	0.03	0.128	—
4	Boden des Zanclodonlettens (Uttenreuther Flur)	5.69	8.67	0.409	4.66	1.327	2.79	0.932	0.285	0.034	2.59	0.10	0.036	0.59	—
5	Boden des Diluviallehms (III. Terrasse) (Uttenreuther Flur)	5.11	5.0	0.289	3.15	1.43	0.833	0.201	0.377	0.021	1.46	0.16	0.02	0.261	0.26

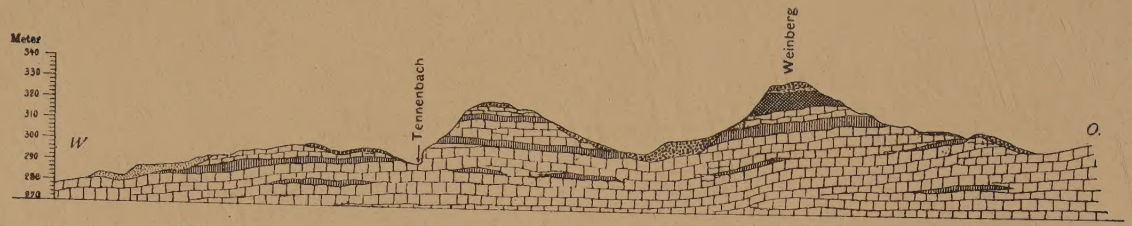
Lebenslauf.

Der Verfasser vorliegender Arbeit, Hans Benner, evangelischer Confession, wurde am 1. December 1867 als Sohn des Kgl. General-Commissions-Secretairs Wilhelm Benner und dessen Ehefrau Louise geb. Rostock zu Merseburg, Prov. Sachsen, geboren. Er besuchte die Schulen seiner Vaterstadt und verliess Ostern 1887 das Stiftsgymnasium zu Merseburg, um in die pharmaceutische Lehre zu treten. Nach Ablegung der ersten Prüfung in Meiningen und nach Verlauf der vorgeschriebenen drei Conditionsjahre bezog er im Wintersemester 1893/94 die Friedrich-Alexander Universität Erlangen und studierte drei Semester Pharmacie. Am 24. April 1895 erhielt er die Approbation als Apotheker und arbeitete nun noch während dreier Semester im Mineralogisch-geologischen Institut der Universität Erlangen.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen und praktischen Uebungen der Herren Professoren: Beckmann, Blanckenhorn, Fischer, Lenk, Öbbecke, Paal, Pechuel-Lösche, Reess und Wiedemann.

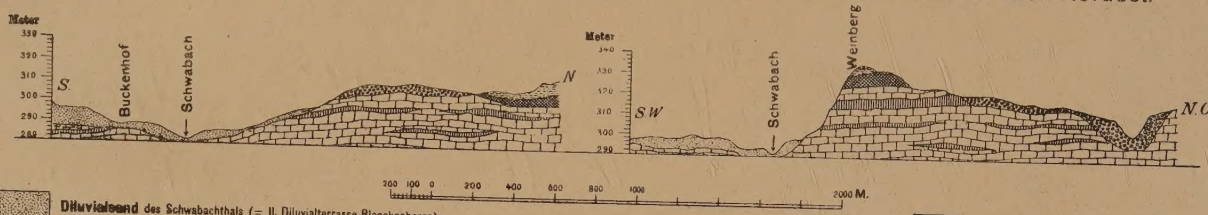
Allen diesen Herren fühlt er sich zu grossem Danke verpflichtet.

1. Längsprofil von Westen nach Osten.



2. Querprofil von Buckenhof bis Spardorf von Süden nach Norden.

3. Profil vom Posthalterholz über den Weinberg nach Rosenbach von Südwest nach Nordost.



Diluvialsand des Schwabachthals (= II. Diluvialterrasse Blanckenhorns)

Diluvialsand der Hochterrasse (= III. Diluvialterrasse Blanckenhorns)

Diluviallehm der Hochterrasse

Massstab der Längen 1:20000

„ „ Höhen 1:2000

Zanclodonletten

Burgsandstein

Letten des Burgsandsteines

Keuper